# بررسی وضعیت مکانیزاسیون برنج در نواحی شرقی استان گیلان

روح اله یوسفی*[۱]، علیرضا علامه[۲] و محمد یونسی الموتی[۳]
۱-استادیار موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.
۱-مربی موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.
۱-دانشیار مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
* ایمیل نویسنده مسئول: r.yousefi1348@gmail.com
(تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۵/٦- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/٦/۳۰)

## چکیده

شناخت و ارزیابی شاخص‌های مکانیزاسیون برای انتخاب درست و استفادهٔ بهینه از ماشین‌ها و اجرای به‌موقع عملیات کشاورزی از ضروریات است. در این تحقیق وضعیت موجود مکانیزاسیون برنج در نواحی شرقی استان گیلان تعیین و راهکارهای لازم برای بهبود آن ارائه شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد درجهٔ مکانیزاسیون عملیات خاک‌ورزی، نشاکاری، سمپاشی، وجین و برداشت در این نواحی به ترتیب ۱۰۰، ۷۰/٤۱، ۳۷/۳۲، ۳/۸۵ و ۹۱/۱۲ درصد می‌باشد. سطح مکانیزاسیون برنج در این نواحی ۳/۹۵ اسب بخار بر هکتار است. کمترین و بیشترین سطح مکانیزاسیون را شهرستان‌های رودسر و سیاهکل به ترتیب با ۲/۷۵ و ۵/۱٤ اسب بخار در هکتار دارا می‌باشند. متوسط ظرفیت مکانیزاسیون برنج در نواحی شرقی استان گیلان ٤۸٤/۸۸ اسب بخار-ساعت بر هکتار است. بیشترین مقدار ظرفیت مکانیزاسیون مربوط به شخم اول (بهاره) با گاوآهن‌برگرداندار تراکتوری و کمترین مربوط به عملیات برداشت با دروگر خودگردان برنج به ترتیب برابر با ۱۳۲۳/۰۹ و ۳۰/۸۰ اسب بخار - ساعت بر هکتار به‌دست‌آمده است. کمترین بازده اقتصادی مربوط به شهرستان سیاهکل و بیشترین آن برای شهرستان رودسر به ترتیب برابر با ۰/٤۳ و ۰/۷٤ تن بر اسب‌بخار محاسبه شد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد تعداد ماشین‌های خاک‌ورزی و نشاکار موجود در نواحی شرقی مناسب است و فقط با بهتر کردن مدیریت ماشینی باید سطح اجرای عملیات مکانیزه نشاکاری را افزایش داد. در مورد ماشین‌های برداشت، نیاز به تقویت و ورود ماشین‌های بیشتری برای ارتقای درجهٔ مکانیزاسیون است و در مورد عملیات وجین، با توجه به درجهٔ مکانیزاسیون پایین، نیاز مبرم به برنامه‌ریزی جهت ورود ماشین‌های مناسب می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** بازده اقتصادی، توان اجرایی، درجهٔ مکانیزاسیون، سطح مکانیزاسیون، ظرفیت مکانیزاسیون

**مقدمه**

توسعهٔ مکانیزاسیون برنج یکی از الزام‌های اصلی و از مشخصه‌های توسعهٔ بخش کشاورزی محسوب می‌گردد. برنامه‌ریزی برای توسعه مکانیزاسیون از مهم‌ترین مؤلفه‌ها در برنامهٔ توسعه بخش کشاورزی است. لازمهٔ برنامه‌ریزی صحیح در مورد مکانیزاسیون کشاورزی، شناخت کافی از وضعیت موجود آن است. به منظور توسعهٔ مکانیزاسیون و مشخص نمودن وضعیت موجود، عرضهٔ مدل و برنامهٔ مناسب و همچنین برای مقایسهٔ وضعیت مکانیزاسیون، به شاخص‌ها و معیارهای تعریف شده و معنی‌داری نیاز است (Yousefi, 2012).

رسولی شربیانی و رنجبر (Rasooli Sarabiani & Ranjbar, 2008) شاخص‌های درجهٔ مکانیزاسیون کشاورزی، سطح و ظرفیت مکانیزاسیون کشاورزی در منطقهٔ سراب در استان آذربایجان شرقی بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین سطح مکانیزاسیون در منطقه ۰/۸۳ اسب بخار بر هکتار است. سهم انرژی مصرف شده از منابع انسانی، دامی و ماشینی بر واحد سطح نیز به ترتیب ۱/۲٤، ۲/۲۳ و ۹٦/۳۵ درصد برآورد شد. این نتایج نشان‌دهندهٔ نقش مهم ماشین در تولید محصولات کشاورزی است.

مقایسهٔ شاخص‌های مکانیزاسیون کشاورزی ترکیه و اتحادیه اروپا نشان می‌دهد، درجهٔ مکانیزاسیون ترکیه کمتر از درجهٔ مکانیزاسیون اتحادیه اروپاست. سرانهٔ توان تراکتوری برای هر هکتار در ترکیه ۲/۲۸ و در اتحادیه اروپا ۸/۱٦ اسب بخار است. در ترکیه به ازای هر ۲٤/۸ هکتار یک تراکتور و در اتحادیه اروپا به ازای هر ۱۱/۳۰ هکتار یک تراکتور در دسترس است (Gokdogan, 2012).

فیروزی (Firouzi, 2014) وضعیت توان موتوری و ماشین‌آلات خودگردان کشت برنج را در شهرستان لنگرود استان گیلان بررسی کرد. نتایج نشان داد متوسط توان در واحد سطح برابر ۱/۳۷ اسب‌بخار در هکتار است. نیاز مکانیزاسیون کل برای آماده‌سازی زمین، نشاکاری، وجین و برداشت به ترتیب صفر، ۸۱/۵۰، ۹٤/۹۷ و ٤۳/۲۰ درصد تعیین گردید. مساحت به ازای هر تراکتور چهارچرخ، نشاکار، وجین‌کن و کمباین برنج به ترتیب ۱۷٦/٤۲، ٤۱٦/۳٦، ۲۰۸۱/۸۰ و ۸۸/۲۱ هکتار محاسبه شد.

فیروزی (Firouzi, 2015) وضعیت توان موتوری و ماشین‌های خودگردان ویژهٔ کشت برنج در استان گیلان را بررسی و اعلام کرد: متوسط توان در واحد سطح برای سه منطقهٔ شرق، مرکز و غرب استان گیلان به ترتیب ۲/۲۲، ۲/۰۷ و ۳/۰۹ اسب‌بخار در هکتار است. در این بررسی، نیاز مکانیزاسیون کل برای آماده‌سازی زمین، نشاکاری، وجین و برداشت به ترتیب صفر، ۷۳/۳۹، ۹۹/۲۸ و ۵۲/٤۷ درصد تعیین گردیده است. مساحت به ازای نشاکار، وجین‌کن و کمباین برنج به ترتیب ۱۱۱/۳۸، ۳۷۷۷/۹۷ و ۳۵۸/۹۹ هکتار محاسبه شده است.

شریفی و تاکی (Sharifi & Taki, 2016) در پژوهشی در خصوص تعیین شاخص‌های مکانیزاسیون برای کشت برنج در ایران (مطالعهٔ موردی در استان اصفهان) نشان دادند که درجهٔ مکانیزاسیون خاک‌ورزی اولیه با گاوآهن برگرداندار ۱۰۰ درصد، عملیات خاک‌ورزی ثانویه با کولتیواتور مزرعه ٤۱ درصد، پادلر و روتیواتور ٤۵ درصد، ماله ۹٦ درصد، عملیات کاشت با نشاکار ۱۰ درصد، عملیات داشت با سمپاش پشتی موتوری ٦۸ درصد و عملیات برداشت

با کمباین مخصوص برنج ۷۸ درصد است. بیشترین توان اجرایی بالقوه مربوط به عملیات سمپاشی پشتی موتوری و کمترین آن مربوط به عملیات پادلینگ است. برای توسعهٔ مکانیزاسیون استان اصفهان نیاز به ماشین‌های مناسب پادلینگ، نشاکار، سمپاش و کمباین مخصوص برداشت برنج محسوس است.

واحدی و همکاران (Vahedi *et al.*, 2018) در پژوهشی در خصوص بررسی وضعیت موجود مکانیزاسیون برنج در استان مازندران گزارش دادند که درجهٔ مکانیزاسیون خاک‌ورزی اولیه و ثانویه در استان مازندران ۹۹/۷ و ۹۹/۳ درصد، کاشت با نشاکار ۲۱/٦۹ درصد، و برداشت مکانیزهٔ برنج با دروگر و کمباین برنج ۷۲/۸ درصد است. سطح مکانیزاسیون محاسبه شده برای برنج‌کاری در استان مازندران ۲/٦۳ اسب‌بخار بر هکتار محاسبه شد. متوسط ظرفیت مکانیزاسیون برنج استان ۲۳۵ اسب‌بخار- ساعت بر هکتار تعیین شد.

شناخت و ارزیابی شاخص‌های مکانیزاسیون برنج برای انتخاب درست و استفاده بهینه از ماشین‌های برنج و انجام به موقع عملیات کشاورزی از ضروریات است تا به‌عنوان اطلاعات مبنا و بنیادی در محاسبه پروژه‌های مکانیزاسیون برنج و تحلیل‌های اقتصادی مورد استفاده قرار گیرد. هدف از اجرای این پژوهش، تعیین وضعیت موجود مکانیزاسیون برنج در شرق استان گیلان و ارائه راهکارهای لازم برای بهبود آن‌ها می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

استان گیلان یکی از استان‌های شمالی کشور با مساحت ۱٤۷۱۱ کیلومترمربع است. این استان با دارا بودن ۳۱ درصد سطح برداشت برنج در جایگاه دوم کشور قرار دارد (Anon, 2023). محدودهٔ مورد مطالعه در این پژوهش شرق استان گیلان با وسعتی در حدود ٤۳۱۰/۳ کیلومترمربع، حدوداً ۲۹ درصد از کل مساحت استان را در برمی‌گیرد و شامل شش شهرستان: آستانه اشرفیه، املش، رودسر، سیاهکل، لاهیجان و لنگرود می‌باشد (Anon, 2014). شهرستان‌های فوق به ترتیب با سطح زیر کشت برنج به مساحت ۲۳۵۷۰، ۳۵۰۰، ۱۰۷۰۰، ٤٤۳۰، ۲۳۸۱٦ و ۹۰۵۰ هکتار، حدوداً ۳۱/۵ درصد برنج‌کاری استان گیلان را به خود اختصاص داده‌اند (Anon, 2023).

برای تعیین شاخص‌های تعیین‌کنندهٔ روند توسعه مکانیزاسیون برنج در شرق استان گیلان، این مطالعه طی سال‌های زراعی ۱٤۰۰-۱۳۹۹ و ۱٤۰۱-۱٤۰۰ به اجرا درآمد. اطلاعات و داده‌های موردنیاز از طریق تکمیل پرسشنامه و با مراجعه به منابع آماری موجود و با بررسی‌های میدانی و مصاحبه با بهره‌برداران جمع‌آوری گردید. جامعهٔ آماری این تحقیق شالی‌کاران نواحی شرقی استان گیلان بودند. در این نواحی بیش از ۷۲ هزار بهره‌بردار هر ساله برنج‌کاری می‌کنند (Anon, 2014). حجم نمونه برای شالی‌کاران با استفاده از فرمول کوکران ۳۸۵ کشاورز تعیین شد. پرسشنامه از دو بخش ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای شالی‌کاران و مکانیزاسیون تشکیل شده است. روش نمونه‌گیری چندمرحله‌ای بود که پس از انتخاب روستاها، افراد نمونه به صورت تصادفی از هریک از روستاها انتخاب شدند. در بخش ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای شالی‌کاران، متغیرها شامل جنسیت، سن، سطح سواد، سابقهٔ فعالیت کشت برنج، نوع رقم برنج کشت‌شده، مساحت زمین زیر کشت، مقادیر مصرفی کود و سم، متوسط اندازهٔ قطعات، نوع مالکیت زمین

و تعداد اعضای خانوار بودند. در بخش ویژگی‌های مکانیزاسیون، متغیرها شامل نوع عملیات، مشخصات ماشین مورد استفاده در عملیات، نوع مالکیت ماشین، ساعت شروع و پایان عملیات، تعداد دفعات، تاریخ شروع و پایان عملیات و تعداد نیروی انسانی لازم برای عملیات می‌باشند. برای جمع‌آوری اطلاعات، از آمار مراکز معتبری مانند سازمان جهاد کشاورزی استان (اداره فناوری مکانیزه کشاورزی، مدیریت امور زراعت و اداره آمار و فناوری اطلاعات و تجهیز شبکه)، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان‌ها، مراکز خدمات جهاد کشاورزی و آمارنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی (سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ و ۱۴۰۰-۱۴۰۱) استفاده گردید.

از اطلاعات به‌دست‌آمده شاخص‌های مکانیزاسیون شامل درجهٔ مکانیزاسیون، سطح مکانیزاسیون، ظرفیت مکانیزاسیون، توان اجرایی ماشینی به همراه ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر، بازده مزرعه‌ای ماشین و روزهای کاری محاسبه شدند.

روش محاسبه هر یک از شاخص‌های مکانیزاسیون به شرح زیر است (Almassi *et al.*, 2015):

**درجه مکانیزاسیون**

این شاخص از نسبت سطح عملیات اجرا شده توسط ماشین به کل سطح زیر کشت آن محصول به دست می‌آید. درجهٔ مکانیزاسیون از رابطهٔ (۱) محاسبه شد.

$$MD = \frac{A_m}{A_t} \times 100 \qquad (۱)$$

که MD درجهٔ مکانیزاسیون بر حسب درصد، $A_m$ سطح کار شده با ماشین بر حسب هکتار، $A_t$ کل سطح زیر کشت محصول بر حسب هکتار است.

**سطح مکانیزاسیون**

این شاخص از نسبت مجموع کل توان کششی موجود فعال در کشاورزی هر منطقه به مجموع کل سطح زمین‌های زراعی قابل‌کشت مکانیزه در آن منطقه به دست می‌آید. سطح مکانیزاسیون بر حسب اسب‌بخار بر هکتار است و از رابطهٔ (۲) محاسبه شد.

$$ML = \frac{P_t}{A_t} \times r \qquad (۲)$$

که ML سطح مکانیزاسیون بر حسب اسب‌بخار بر هکتار، $P_t$ مجموع کل توان‌های کششی موجود در کشاورزی منطقه بر حسب اسب‌بخار، $A_t$ کل سطح زیر کشت بر حسب هکتار، r ضریب تبدیل (این ضریب برای تراکتورهای کمتر از ۱۳ سال عمر ۷۵ درصد و برای تراکتورهای بیش از ۱۳ سال عمر ۵۰ درصد در نظر گرفته شد) است (Vahedi *et al.*, 2018).

**ظرفیت مکانیزاسیون**

ظرفیت مکانیزاسیون، مقدار انرژی مکانیکی مصرف شده در واحد سطح را بیان می‌کند. واحد آن اسب‌بخار ساعت بر هکتار یا کیلووات ساعت بر هکتار است. مقدار این شاخص از رابطهٔ (۳) محاسبه شد.

$$MC = \frac{P_T \times h}{A} \qquad (۳)$$

که MC ظرفیت مکانیزاسیون بر حسب اسب‌بخار ساعت بر هکتار، $P_T$ مجموع توان‌های واقعی مصرفی بر حسب اسب‌بخار، h ساعات کارکرد منابع توان بر حسب ساعت و A سطح زیر کشت بر حسب هکتار است.

**توان اجرایی**

این شاخص ظرفیت و توانایی اجرایی را به صورت هکتار برای تراکتورها و انواع ماشین‌های کشاورزی در انجام عملیات زراعی در مقاطع مختلف زمانی را در یک فصل زراعی بیان می‌کند. در تجزیه‌وتحلیل این شاخص دو موضوع مطرح است:

**توان اجرایی واقعی(عملی) ماشین**

توان اجرایی واقعی ماشین میزان مساحت زیر کشت موجود منطقه است که عملیات ماشینی در آن پیش می‌رود.

**توان اجرایی بالقوه**

این شاخص مفهوم عملی و ارزیابی توان اجرایی هر منطقه است که می‌تواند به صورت یک شاخص سنجش، ظرفیت اجرای عملیات یک منطقه یا مزرعه را با توجه به عوامل تعداد تراکتور، زمان موجود یا در اختیار برای کار و زمان لازم برای کار در یک هکتار، مشخص کند. توان اجرایی بالقوه ماشین عبارت است از بیشترین میزان سطحی که یک ماشین یا مجموعه ماشین‌های موجود در یک منطقه با توجه به فرصت زمانی برای اجرای عملیات و روزهای کاری با در نظر گرفتن عوامل محدودکننده، توانایی انجام دادن آن کار را دارند. توان اجرایی بالقوه از رابطهٔ (٤) بر حسب هکتار محاسبه شد (Almassi *et al.*, 2015).

$$P_{ep} = \frac{T_N \times T_O}{T_{ha}} \qquad (٤)$$

که $P_{ep}$ توان اجرایی بالقوه بر حسب هکتار، $T_N$ تعداد تراکتور یا ماشین فعال، $T_O$ زمان موجود یا در اختیار برای عملیات بر حسب ساعت و $T_{ha}$ زمان موردنیاز برای اجرای عملیات در یک هکتار بر حسب ساعت بر هکتار است (رابطه ٥).

$$T_O = D_h \times W_d \qquad (٥)$$

که $D_h$ تعداد ساعات کار در هر روز بر حسب ساعت در روز و $W_d$ تعداد روزهای کاری مناسب بر حسب روز است (رابطه ٦).

$$W_d = WD_c - WND_c \qquad (٦)$$

که $WD_c$ تعداد روزهای کاری طبق تقویم زراعی و $WND_C$ تعداد روزهای غیرقابل کار کردن در محدودهٔ تقویم زراعی است (Vahedi *et al.*, 2018).

**روزهای کاری**

برای انجام دادن کار در زمان معین، مهم‌ترین فاکتور تخمین تعداد روزهای کاری است. تعداد روزهای کاری در هر منطقه با توجه به عوامل محدودکننده یا بازدارنده متفاوت است. با توجه به این عوامل در هر منطقه، روزهای کاری باید مشخص گردد. به منظور تخمین تعداد روزهای کاری محتمل، به منابع اطلاعاتی مانند آمار هواشناسی و نظر افراد باتجربه نیاز است. برای اجرای عملیات کشاورزی در هر منطقه، محدودهٔ زمانی مناسبی به‌منظور اجرای آن عملیات وجود دارد.

در این مطالعه، تعداد روزهای کاری، با در نظر گرفتن آمار ده‌سالهٔ هواشناسی و عوامل محدودکننده برای اجرای هر عملیات در بازهٔ زمانی بر اساس تقویم فعالیت‌های مکانیزه محاسبه شد. برای محاسبه، ابتدا برای هر عامل محدودکننده تعداد روزهای کاری به صورت جداگانه تعیین شد. پس از آن تعداد روزهای کاری برای هر عملیات، برابر با کمترین تعداد روز به‌دست‌آمده از اعمال انفرادی محدودیت‌ها به دست آمد. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل اطلاعات فوق هرماه به شش قسمت پنج‌روزه تقسیم گردید (ستون آخر شش‌روزه است) سپس، با توجه به محدوده مجاز

عوامل محدودکننده تعداد روزهای کاری مناسب در هر ماه تعیین گردید. با توجه به نوع فرضیه و جنس متغیرها، از آزمون t برای تعیین حدود احتمالی میانگین‌ها استفاده شد. پس از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، روزهای مناسب کاری به‌منظور اجرای عملیات با احتمال تخمین زده شد (Yousefi, 2001).

**ضریب بهره‌وری ماشین**

این شاخص میزان استفاده عملی از تراکتورها را نشان می‌دهد. این ضریب با توجه به زمان در اختیار برای اجرای عملیات طبق تقویم زراعی و روزهای قابل کار کردن به دست می‌آید. بالا بودن این سطح نشان‌دهندهٔ برنامه‌های آموزشی برای کاربران تراکتور و دیگر ماشین‌های کشاورزی، تعمیرگاه‌های محلی، تهیهٔ لوازم‌یدکی مناسب و خدمات پس از فروش، تقویم مناسب فعالیت‌های زراعی و ماشینی و درنهایت مدیریت بهره‌وری است. ضریب بهره‌وری ماشین از رابطهٔ ۷ بر حسب درصد محاسبه شد.

$$PM_P = \frac{A_{ep}}{P_{ep}} \times 100 \qquad (۷)$$

که $LM_p$ سطح بهره‌وری ماشین، $A_{ep}$ توان اجرایی واقعی بر حسب هکتار و $P_{ep}$ توان اجرایی بالقوه هکتار است.

**بازده اقتصادی مکانیزاسیون**

بازده اقتصادی مکانیزاسیون از نسبت متوسط عملکرد محصول (تن بر هکتار) هر منطقه به سطح مکانیزاسیون (اسب‌بخار بر هکتار) آن منطقه است که برحسب تن بر اسب‌بخار بیان می‌شود. این شاخص از رابطهٔ ۸ به دست آمد.

$$E_e = \frac{Y}{LM} \qquad (۸)$$

که Ee بازده اقتصادی مکانیزاسیون بر حسب تن بر اسب‌بخار، Y میانگین عملکرد محصول در منطقه بر حسب تن بر هکتار و $LM$ سطح مکانیزاسیون بر حسب اسب‌بخار بر هکتار است.

**ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر**

ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر، ظرفیت کارکرد واقعی دستگاه را نشان می‌دهد. ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر بر حسب هکتار بر ساعت از رابطهٔ ۹ تعیین شد (Almassi et al., 2015).

$$\mathrm{EFC} = \frac{\mathrm{A}}{\mathrm{T_t}} \qquad (۹)$$

که EFC ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر بر حسب هکتار بر ساعت، A مساحت کار شده بر حسب هکتار و $T_t$ کل مدت‌زمان اجرای کار بر حسب ساعت، که شامل مدت‌زمان‌های مفید و غیرمفید (تلف‌شده) نیز هست.

**ظرفیت مزرعه‌ای نظری**

ظرفیت مزرعه‌ای نظری که بیانگر ظرفیت کارکرد دستگاه بدون در نظر گرفتن زمان‌های تلف‌شده است. ظرفیت مزرعه‌ای نظری بر حسب هکتار بر ساعت از رابطهٔ ۱۰ به دست آمد (Almassi *et al.*, 2015).

$$\mathrm{TFC} = \frac{\mathrm{S} \times \mathrm{W}}{10} \qquad (۱۰)$$

که TFC ظرفیت مزرعه‌ای نظری بر حسب هکتار بر ساعت، S سرعت حرکت بر حسب کیلومتر بر ساعت، W عرض کار ماشین بر حسب متر است.

**بازده مزرعه‌ای**

بازده مزرعه‌ای عبارت است از نسبت ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر به ظرفیت مزرعه‌ای نظری که از رابطهٔ ۱۱ بر حسب درصد محاسبه شد (Almassi *et al.*, 2015).

$$FE = \frac{EFC}{TFC} \times 100 \quad (۱۱)$$

که FE بازده مزرعه‌ای بر حسب درصد، EFC ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر بر حسب هکتار بر ساعت و TFC ظرفیت مزرعه‌ای نظری بر حسب هکتار بر ساعت است.

## نتایج و بحث

**درجهٔ مکانیزاسیون**

در جدول ۱ درجهٔ مکانیزاسیون عملیات مختلف زراعی در کشت برنج نشان داده شده است. برای محاسبهٔ درجهٔ مکانیزاسیون برنج، ابتدا درجهٔ مکانیزاسیون مربوط به هر عملیات به صورت جداگانه با استفاده از رابطهٔ ۱ محاسبه شد (برای عملیات داشت، میانگین عملیات سمپاشی و وجین در نظر گرفته شد) و درنهایت برای محاسبهٔ میانگین درجات مکانیزاسیون محصول برنج از مقادیر درجهٔ مکانیزاسیون عملیات خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت میانگین گرفته شد (Hardani *et al.*, 2020). شهرستان رودسر و آستانه اشرفیه به ترتیب کمترین و بیشترین درجه مکانیزاسیون زراعت برنج را دارند. پایین بودن درجهٔ مکانیزاسیون زراعت برنج در شهرستان رودسر نشان از انجام عملیات به صورت دستی و کاربرد کمتر ماشین نسبت به سایر شهرستان‌ها است.

بالاترین درجهٔ مکانیزاسیون برنج در نواحی شرقی گیلان برای عملیات خاک‌ورزی است. درجهٔ بالای خاک‌ورزی به دلیل سنگینی عملیات خاک‌ورزی و انرژی‌بر بودن آن است که امکان انجام آن بدون ماشین و ادوات خاک‌ورزی غیرممکن می‌باشد. نتایج بررسی‌ها نشان داد آماده‌سازی زمین و تهیهٔ بستر برای تمامی سطوح زیرکشت برنج به صورت نشاکاری در نواحی شرقی استان گیلان با ماشین صورت می‌گیرد. پایین‌ترین درجهٔ مکانیزاسیون در کشت برنج نواحی شرقی استان گیلان در وجین دیده می‌شود که نسبت به پایان برنامه ششم توسعه (۱۱ درصد) در وضعیت نامطلوبی می‌باشد. به علت شرایط خاص و باتلاقی بودن شالیزارها و نبود ماشین وجین‌کن، بیشتر وجین‌کاری در شالیزارهای این نواحی به صورت دستی است.

درجهٔ مکانیزاسیون عملیات کاشت با نشاکار در شهرستان لاهیجان و در شهرستان املش به ترتیب کمترین و بیشترین است. پایین بودن درجهٔ مکانیزاسیون کاشت با نشاکار در شهرستان لاهیجان نشان از کاربرد کمتر نشاکار است. در این شهرستان ٤٤/۵۸ درصد عملیات نشا به صورت غیرمکانیزه (به صورت دستی) انجام می‌شود.

**جدول ۱- درجهٔ مکانیزاسیون زراعت برنج در نواحی شرقی استان گیلان**

| شهر | خاک‌ورزی | نشاکاری | سمپاشی | وجین | داشت | برداشت | درجه مکانیزاسیون برنج |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آستانه اشرفیه | ۱۰۰ | ۸۹/۷۵ | ۵۷/۹۸ | ۵/۰٤ | ۳۱/۵۱ | ۹۳/۵٤ | ۷۸/۷ |
| املش | ۱۰۰ | ۹۰ | ۳۰/۰۹ | ۵ | ۱۷/۵۵ | ۹۰ | ۷٤/٤ |
| رودسر | ۱۰۰ | ۵٦/۰۷ | ٦/۳۳ | ۲/۹٤ | ٤/٦٤ | ۸۱/۳٦ | ٦۰/۵ |
| سیاهکل | ۱۰۰ | ۷۱/۱۱ | ۱۷/۳۱ | ٤/۰٦ | ۱۰/٦۹ | ۱۰۰ | ۷۰/٤ |
| لاهیجان | ۱۰۰ | ۵۵/٤۲ | ۳٤/۰۹ | ۲/۲۳ | ۱۸/۱٦ | ۸۸/٤۵ | ٦۵/۵ |
| لنگرود | ۱۰۰ | ٦۸/۵۱ | ٤۱/۲۹ | ۵/۵۲ | ۲۳/٤۱ | ۹۹/٤۵ | ۷۲/۸ |

کمترین درجهٔ مکانیزاسیون عملیات سمپاشی مربوط به شهرستان رودسر و بیشترین آن مربوط به شهرستان آستانه اشرفیه است. پایین بودن درجهٔ مکانیزاسیون سمپاشی در نواحی شرقی، به دلیل استفاده از انواع روش‌های کنترلی ازجمله زراعی، مکانیکی و بیولوژیک در مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌باشد. درجهٔ مکانیزاسیون عملیات برداشت با دروگر برنج و کمباین مخصوص برنج در شهرستان رودسر و در شهرستان سیاهکل به ترتیب کمترین و بیشترین است. برداشت با کمباین‌های برنج هول‌کراپ و هدفید و دروگر برنج انجام صورت می‌گیرد که در بین آن‌ها از کمباین برنج هول کراپ (تغذیه کامل) بیشتر استفاده می‌شود.

**سطح مکانیزاسیون**

در جدول ۲، توان ماشین‌های نیروی محرکه شالیزاری به‌کاررفته، تعداد ماشین‌ها و سطح مکانیزاسیون برنج نشان داده شده است. سطح مکانیزاسیون در شهرستان رودسر و در شهرستان سیاهکل به ترتیب کمترین و بیشترین است. میانگین سطح مکانیزاسیون برای برنج‌کاری نواحی شرقی استان گیلان، ۳/۹۵ اسب‌بخار در هکتار محاسبه شده است. از دلایل به دست آمدن این عدد می‌توان به استفادهٔ مشترک توان ماشین‌های نیروی محرکه برای شالیزار و دیگر محصولات اشاره کرد. بررسی‌ها نشان می‌دهد پراکنش منابع توان (تراکتور و تیلر) در نواحی شرقی استان به درستی انجام نگرفته است. این امر ناشی از مواردی از قبیل ضعف در توزیع بهینه تسهیلات بانکی جهت خرید ماشین‌های کشاورزی، بضاعت مالی اندک اغلب شالیکاران، قیمت بالای ماشین‌های شالیکاری، کوچک بودن و پراکندگی اراضی شالیکاری و عدم وجود برنامه جامع جهت توسعه مکانیزاسیون اراضی شالیکاری و همچنین مدیریت به‌کارگیری ماشین‌ها و ادوات بر اساس تقویم فعالیت‌های زراعی برنج و کمبود نیروهای متخصص و کارآمد مروج در حوزه مکانیزاسیون جهت راهنمایی شالیکاران بوده است. توزیع تراکتور و دیگر ماشین‌های خودگردان بدون در نظر گرفتن مساحت سطوح زیر کشت و شرایط اقتصادی، اقلیمی و فرهنگی بهره‌برداران بوده است. تمایل کشاورزان خرده‌مالک به داشتن ماشین خودگردان شخصی باعث شده است که توان بیش از اندازهٔ نیاز در مناطق روستایی بدون استفاده بماند و تنها در مدت‌زمان کمی از سال از آن استفاده شود و گاهی از تراکتورها

و تیلرها استفاده‌های غیر مرتبط (مانند جابه‌جایی) شود.

**جدول ۲- سطح مکانیزاسیون زراعت برنج در نواحی شرقی استان گیلان**

| شهر | مجموع توان موتوری (اسب بخار) | سطح زیر کشت (هکتار) | سطح مکانیزاسیون (اسب بخار بر هکتار) |
|---|---|---|---|
| آستانه‌اشرفیه | ۱۱٤٥٦٤ | ۲۳٥۷۰ | ٤/۸٦ |
| املش | ۱۳٦٤٤ | ۳٥۰۰ | ۳/۹۰ |
| رودسر | ۲۹٤۳٦ | ۱۰۷۰۰ | ۲/۷٥ |
| سیاهکل | ۲۲۷٥٦ | ٤٤۳۰ | ٥/۱٤ |
| لاهیجان | ۷۷۲٦۳ | ۲۳۸۱٦ | ۳/۲٤ |
| لنگرود | ۳۸۸۸ | ۹۰٥۰ | ٤/۳۰ |

**ظرفیت مکانیزاسیون**

در جدول ۳ متوسط ظرفیت مکانیزاسیون ارائه شده است. بیشترین و کمترین مقدار انرژی مکانیکی صرف شده مربوط به شهرستان‌های املش و لاهیجان است که نشان از کاربرد بیشتر ماشین در انجام عملیات محصول برنج در شهرستان املش و انجام عملیات به صورت دستی در شهرستان لاهیجان است.

**جدول ۳- ظرفیت مکانیزاسیون عملیات ماشینی در نواحی شرقی استان گیلان**

| شهر | ظرفیت مکانیزاسیون (اسب بخار- ساعت بر هکتار) |
|---|---|
| آستانه اشرفیه | ۳٦۷/۸۹ |
| املش | ۷۱٦/٦۷ |
| رودسر | ٤٥۹/۱۰ |
| سیاهکل | ٥۹۹/٦۷ |
| لاهیجان | ۱۷۲/۱۱ |
| لنگرود | ٥۹۳/۸٤ |

**بازده مزرعه‌ای**

در جدول ٤ بازده مزرعه‌ای عملیات مختلف ماشینی در تولید برنج نشان داده شده است. بازده مزرعه‌ای روتیواتور تراکتوری در عملیات پادلینگ با ٤۳/۷٥ درصد و عملیات تسطیح با مالهٔ تیلری با ۷۸/۲٦ درصد به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار است.

**جدول ٤- بازده مزرعه‌ای عملیات مختلف ماشینی در تولید برنج در نواحی شرقی استان گیلان**

| | نوع عملیات | ماشین مورد استفاده | | عرض کار (متر) | متوسط سرعت (کیلومتر بر ساعت) | بازده مزرعه‌ای (درصد) | ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر (هکتار بر ساعت) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خاکورزی | شخم اول | تیلر | گاوآهن برگرداندار | ٠/٤ | ٢/١٦ | ٦٩/٤٤ | ٠/٠٦ |
| | | تراکتور | گاوآهن برگرداندار | ٠/٩ | ٥ | ٧٢/٢٣ | ٠/٣٢٥ |
| | | | روتیواتور | ١/٤ | ٢/٧٨ | ٧٣/٣٢ | ٠/٢٨٥ |
| | شخم دوم | تیلر | روتیواتور | ٠/٦ | ٢/٣ | ٧٠/١٢ | ٠/٠٩٧ |
| | | | گاوآهن تک خیش | ٠/٤ | ٢/٤١ | ٧٠/٦٥ | ٠/٠٦٨ |
| | | تراکتور | روتیواتور | ١/٤ | ٣/٠٢ | ٧٥/١٢ | ٠/٣١٨ |
| | گلخرابی (پادلینگ) | تیلر | خیش دوطرفه | ٠/٢٥ | ٣ | ٧٤/٦٧ | ٠/٠٥٦ |
| | | | روتیواتور | ٠/٥ | ٣ | ٥٨/٠٠ | ٠/٠٨٧ |
| | | تراکتور | روتیواتور | ١/٨ | ٤ | ٤٣/٧٥ | ٠/٣١٥ |
| | | | پادلر | ٣ | ٤ | ٤٥/٠٠ | ٠/٥٤ |
| | تسطیح | تیلر | ماله | ١ | ٢/٤ | ٧٥/٠٠ | ٠/١٨ |
| | | تراکتور | ماله | ٣ | ٣ | ٧٤/٤٤ | ٠/٦٧ |
| | کاشت (نشاکاری) | نشاکار ٤ ردیفه راه رونده | | ١/٢ | ١/٣٣ | ٦٣/٩١ | ٠/١٠٢ |
| | | نشاکار ٦ ردیفه راه رونده | | ١/٨ | ١/٢٢ | ٦٣/٧٥ | ٠/١٤ |
| | | نشاکار ٦ ردیفه سوار شونده | | ١/٨ | ٢/٥ | ٧٣/٣٣ | ٠/٣٣ |
| | داشت | سمپاش پشتی موتوری | | ٢ | ١/٥ | ٦٩/٨٠ | ٠/٢٠٩ |
| | | سمپاش زنبه‌ای | | ٥ | ١/٥ | ٤٨/٨٠ | ٠/٣٦٦ |
| | | سمپاش پشت تراکتوری | | ٤ | ١/٥ | ٤٨/٨٠ | ٠/٢٩٣ |
| | | وجین‌کن موتوری | دو ردیفه | ٠/٦ | ١/٦٧ | ٧٣/٣٤ | ٠/٠٧٣ |
| | | | سه ردیفه | ٠/٩ | ١/٨٢ | ٧١/٦٧ | ٠/١١٧ |
| | | | پنج ردیفه | ١/٥ | ١/٢١ | ٧٠/١٠ | ٠/١٢٧ |
| | برداشت | دروگر برنج | | ١/٢ | ٢/٦٢ | ٧٧/٣٠ | ٠/٢٤٣ |
| | | کمباین برنج تغذیه‌کننده کل محصول | | ٢/٣ | ٢/٢٨ | ٧١/١٣ | ٠/٣٧٣ |
| | | کمباین برنج تغذیه‌کننده خوشه | | ١/٤ | ٢/٤١ | ٧٣/٢١ | ٠/٢٤٧ |
| | | بیلر | | ١/٦٥ | ٥ | ٧٠/٢٠ | ٠/٥٧٩ |

در جدول ٥ تقویم فعالیت‌های مکانیزه به همراه فرصت زمانی و روزهای کاری در نواحی شرقی استان گیلان نشان داده شده است. برای تعیین تعداد روزهای کاری عملیات کشاورزی برنج، با استفادهٔ مستقیم از آمار هواشناسی امکان‌پذیری عملیات قضاوت گردید.

**جدول ۵**- تقویم فعالیت‌های مکانیزه برنج به همراه روزهای کاری در نواحی شرقی استان گیلان

| عملیات | شروع عملیات | پایان عملیات | فرصت زمانی (روز) | روزهای کاری (روز) |
|---|---|---|---|---|
| شخم اول (زمستانه) | ۱ دی | ۲۹ اسفند | ۸۹ | ۸۰ |
| شخم اول (بهاره) | ۱ فروردین | ۳۱ فروردین | ۳۱ | ۲۸ |
| شخم دوم | ۲۵ فروردین | ۲۰ اردیبهشت | ۲۷ | ۲٦ |
| گلخرابی و تسطیح | ۲۸ فروردین | ۲۳ اردیبهشت | ۲۷ | ۲٦ |
| نشاکاری | ۱ اردیبهشت | ۵ خرداد | ۳٦ | ۳۵ |
| وجین | ۲۰ اردیبهشت | ۳۰ خرداد | ٤۲ | ٤۲ |
| کنترل آفات و بیماری‌ها | ۱۰ خرداد | ۳۰ تیر | ۵۲ | ٤٤ |
| برداشت | ۱ مرداد | ۱۰ شهریور | ۳۲ | ۲٤ |

**نسبت ماشین به سطح زیر پوشش**

جهت مشخص نمودن نحوه توزیع منابع اصلی توان در سطوح مزارع، از شاخص نسبت ماشین به میزان سطح تحت پوشش استفاده می‌شود (Almassi *et al.*, 2015). در جدول ٦ نسبت هکتار بر ماشین‌های خودگردان نشان داده شده است. نسبت هکتار بر ماشین خودگردان در شهرستان‌های سیاهکل و رودسر به ترتیب به ازای هر ۹ و ۳۷ هکتار یک تراکتور، در شهرستان‌های آستانه اشرفیه و سیاهکل به ترتیب به ازای هر ۲ و ۸ هکتار یک تیلر، در شهرستان‌های آستانه اشرفیه و لاهیجان به ترتیب به ازای هر ۲۳ و ٤۰ هکتار یک نشاکار و در شهرستان‌های آستانه اشرفیه و سیاهکل به ازای هر ۲۹ و ۱۵۸ هکتار یک کمباین موجود است.

**جدول ٦- نسبت هکتار بر ماشین‌های خودگردان در نواحی شرقی استان گیلان**

| شهر | هکتار بر تراکتور | هکتار بر تیلر | هکتار بر نشاکار | هکتار بر کمباین |
|---|---|---|---|---|
| آستانه اشرفیه | ۳٦ | ۲ | ۲۳ | ۲۹ |
| املش | ۲ | ۵ | ۳۰ | ۵۱ |
| رودسر | ۳۷ | ٤ | ۳۳ | ۸٤ |
| سیاهکل | ۹ | ۸ | ۲۷ | ۱۵۸ |
| لاهیجان | ۳٤ | ٦ | ٤۰ | ٤۰ |
| لنگرود | ۲۷ | ٤ | ۲۵ | ۳۰ |

**بازده اقتصادی مکانیزاسیون**

در جدول ۷ بازده اقتصادی مکانیزاسیون ارائه شده است. بازده اقتصادی در شهرستان رودسر با ۰/۷٤ تن بر اسب بخار و در شهرستان سیاهکل با ۰/٤۳ تن بر اسب بخار به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار به‌دست‌آمده است. میانگین بازده اقتصادی برای تولید برنج در نواحی شرقی استان گیلان برابر ۰/۵۸ تن بر اسب‌بخار است. از دلایل پایین بودن بازده اقتصادی می‌توان به کاهش سطح زیر کشت برنج و وجود تعداد زیاد ماشین‌های مخصوص برنج به‌ویژه تیلر و تراکتور به دلیل کم بودن سطوح مالکیت (کوچک بودن قطعات زراعی)، نبود شرکت‌های ارائه‌دهندهٔ خدمات مکانیزه، زمان اندک در اختیار کشاورزان برای تهیهٔ زمین، کاشت، داشت و برداشت در این نواحی اشاره کرد. عواملی مانند شرایط اقلیمی، حاصلخیزی خاک، کیفیت و نوع نهاده‌ها و مدیریت زراعی بر بازده اقتصادی مکانیزاسیون مؤثر هستند. عوامل انسانی و مدیریتی مانند انتخاب درست منابع توان ازنظر نوع و تعداد، تنظیم و به‌کارگیری درست آن‌ها و استفادهٔ حداکثر و بهینه از ظرفیت کاری منابع توان از عوامل مهم و اثرگذار بر افزایش بازده اقتصادی مکانیزاسیون هستند.

**جدول ۷- بازده اقتصادی مکانیزاسیون در نواحی شرقی استان گیلان**

| شهر | متوسط عملکرد برنج (تن بر هکتار) | سطح مکانیزاسیون (سب بخار بر هکتار) | مکانیزاسیون (تن بر اسب بخار) | بازده اقتصادی |
|---|---|---|---|---|
| آستانه اشرفیه | ۲/٤٦۳ | ٤/۸٦ | | ۰/۵۱ |
| املش | ۲/٤٦۰ | ۳/۹ | | ۰/٦۳ |
| رودسر | ۲/۰۲۳ | ۲/۷۵ | | ۰/۷٤ |
| سیاهکل | ۲/۲۱۱ | ۵/۱٤ | | ۰/٤۳ |
| لاهیجان | ۲/۲۳۲ | ۳/۲٤ | | ۰/٦۹ |
| لنگرود | ۲/۱۷۱ | ٤/۳ | | ۰/۵۰ |

**توان اجرایی ماشینی**

در جدول ۸ توان اجرایی بالقوه و واقعی عملیات ماشینی برای کشت برنج در نواحی شرقی استان گیلان ارائه شده است. برای محاسبهٔ شاخص توان اجرایی بالقوه، روزهای کاری با توجه به عوامل محدودکننده به‌منظور اجرای هر عملیات مشخص شده است. ساعات کار روزانه برای اجرای هریک از عملیات‌ها به غیر سمپاشی (٤ ساعت در روز) ۸ ساعت در روز در نظر گرفته شده است. با توجه به ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر، زمان لازم برای اجرای عملیات در هکتار تعیین شده است. توان اجرایی واقعی میزان مساحت زیر کشت موجود منطقه است که عملیات ماشینی در آن اجرا می‌شود. انجام می‌شود.

**ضریب بهره‌وری**

در جدول ۸ ضریب بهره‌وری عملیات ماشینی برای کشت برنج ارائه شده است. بیشترین ضریب بهره‌وری با ۷۱/۹۱ درصد به نشاکاری با نشاکار ٦ ردیفهٔ راه رونده اختصاص دارد و کمترین ضریب بهره‌وری با ۷/۹۲ درصد در سمپاشی با سمپاش فرغونی و زنبه‌ای دیده می‌شود. ضریب بهره‌وری پایین این ماشین نشان از کاربرد کمتر این سمپاش در اراضی شالیزارها است، این موضوع باعث شده است تا بهره‌برداران بیشتر از سمپاش‌های پشتی موتوری در شالیزارها استفاده کنند. برای ماشین‌هایی با کارآیی مناسب در شالیزار در صورت پایین بودن ضریب بهره‌وری، می‌توان با مدیریت صحیح ماشینی و بالا بردن ضریب بهره‌وری، با همین تعداد ماشین موجود در ناوگان ماشینی، سطح بیشتری از عملیات را اجرا کرد. ضریب بهره‌وری بالاتر نشان‌دهندهٔ مدیریت بهتر ماشینی برای اجرای آن عملیات است.

**جدول ۸- توان اجرایی بالقوه، واقعی و ضریب بهره‌وری عملیات ماشینی در نواحی شرقی استان گیلان**

| نوع عملیات | | ماشین مورد استفاده | تعداد ماشین فعال | توان اجرایی بالقوه (هکتار) | توان اجرایی واقعی (هکتار) | ضریب بهره‌وری (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| خاک‌ورزی | شخم اول (زمستانه) | تیلر | گاوآهن برگرداندار یکطرفه | ۷۲۵ | ۲۷۸٤۰/۰ | ۱۷۰۷۸ | ٦۱/۳٤ |
| | | تراکتور | گاوآهن برگرداندار | ۲۰۱ | ٤۱۸۰۸/۰ | ٦۳٤۳ | ۱۵/۱۷ |
| | | | روتیواتور | ۳۷۷ | ٦۸۷٦٤/۸ | ۲۵۳۷۲ | ۳٦/۹۰ |
| | شخم اول (بهاره) | تیلر | گاوآهن برگرداندار یکطرفه | ۳٦۲۵ | ٤۸۷۲۰/۰ | ۱۱۲٦۰ | ۲۳/۱۱ |
| | | تراکتور | گاوآهن برگرداندار | ۱۳٤۰ | ۹۷۵۵۲/۰ | ۱۲۷٦۱ | ۱۳/۰۸ |
| | | | روتیواتور | ۱۸۸٦ | ۱۲۰٤۰۲/۲ | ۵۱۰٤۵ | ٤۲/٤۰ |
| | شخم دوم | تیلر | روتیواتور | ٤۳۰۳ | ۸٦۸۱۷/۳ | ۱۸۰۱٦ | ۲۰/۷۵ |
| | | | گاوآهن تک خیش | ۱۸۸٦ | ۲٦٦۷۵/٦ | ۱۲۰۱۱ | ٤۵/۰۲ |
| | | تراکتور | روتیواتور | ۱۸۸٦ | ۱۲٤۷٤۷/٦ | ٤۵۰٤۰ | ۳٦/۱۰ |
| | گلخرابی (پادلینگ) | تیلر | خیش دوطرفه | ٤۳۰۳ | ۵۰۱۲۱/۳ | ۱۲٦۱۱ | ۲٦/۱٦ |
| | | | روتیواتور | ٤۳۰۳ | ۷۷۸٦۷/۱ | ۱۳٦٦۲ | ۱۷/۵۵ |
| | | تراکتور | روتیواتور | ۱۸۸٦ | ۱۲۳۵۷۰/۷ | ٤۳۹۱٤ | ۳۵/۵٤ |
| | | | پادلر | ۱۳٦ | ۱۵۲۷۵/۵ | ٤۸۷۹ | ۳۱/۹٤ |
| | تسطیح | تیلر | ماله | ۸٦۰٦ | ۳۲۲۲۰۸/٦ | ۲٦۲۷۳ | ۸/۱۵ |
| | | تراکتور | ماله | ۷۹۳ | ٦۸۷۰٤/۵ | ٤۸۷۹۳ | ۷۱/۰۲ |
| کاشت (نشاکاری) | | نشاکار ٤ ردیفه راه رونده | | ۲٤۱٦ | ٦۹۰۰۱/۰ | ٤۷۵٦۸ | ٦۸/۹٤ |
| | | نشاکار ٦ ردیفه راه رونده | | ۱۵۰ | ۵۸۸۰/۰ | ٤۲۲۸ | ۷۱/۹۱ |
| | | نشاکار ٦ ردیفه سوار شونده | | ۳۳ | ۳۰٤۹/۲ | ۱۰۵۷ | ۳٤/٦۷ |
| داشت | | سمپاش پشتی موتوری | | ٤۸۱۵ | ۱۷۷۱۱۵/۰ | ۱۸۲۱۲ | ۱۰/۲۸ |
| | | سمپاش زنبه ای | | ۱۰۹۹ | ۷۰۷۹۳/۲ | ۵٦۰٤ | ۷/۹۲ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | سمپاش پشت تراکتوری | ۲۱۱ | ۱۰۸۸۰/۸ | ٤۲۰۳ | ۳۸/٦۲ |
| | دروگر برنج | ۳۰٥ | ۱٤۲۳۰/۱ | ۷۱۳۱ | ٥۰/۱۱ |
| برداشت | کمباین برنج تغذیه‌کننده کل محصول | ۱۸٥۱ | ۱۳۲٥٦۱/۲ | ٦٥۰۰۹ | ٤۹/۰٤ |
| | کمباین برنج تغذیه‌کننده خوشه | ۸٦ | ٤۰۷۸/٥ | ۲۰۱۱ | ٤۹/۳۰ |

## نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد درجهٔ مکانیزاسیون عملیات خاک‌ورزی با توجه به انرژی‌بر بودن این عملیات، به صورت ماشینی است و در تمام شهرستان‌های نواحی شرقی ۱۰۰ درصد است. درجهٔ مکانیزاسیون عملیات نشاکاری ۷۰/٤۱ درصد به‌دست‌آمده است که نسبت به آنچه برای پایان برنامهٔ ششم در نظر بوده (٥٤ درصد) روند خوبی داشته است. درجهٔ مکانیزاسیون عملیات برداشت ۹۱/۱۲ درصد است که برای رسیدن به آنچه در برنامه ششم پیش‌بینی‌شده (۹۰ درصد) روند مناسبی دارد (Anon, 2018). درجهٔ مکانیزاسیون عملیات سمپاشی ۳۷/۳۲ درصد و وجین ۳/۸٥ است که نسبت به آنچه برای پایان برنامه ششم پیش‌بینی‌شده (۱۱ درصد می‌باشد) نیاز مبرم خواهد بود به برنامه‌ریزی برای ورود ماشین‌های مناسب با توجه به سطوح زیر کشت و توزیع آن‌ها بین شهرستان‌های نواحی شرقی برای ارتقای درجه مکانیزاسیون (Anon, 2018).

سطح مکانیزاسیون برنج در نواحی شرقی استان گیلان ۳/۹٥ اسب بخار بر هکتار است. از دلایل به‌دست آمدن این عدد می‌توان به استفادهٔ مشترک توان ماشین‌های نیروی محرکه برای شالیزار و اراضی دیگر برای کشت سایر محصولات ذکر کرد. کمترین بازده اقتصادی مربوط به شهرستان سیاهکل با مقدار ۰/٤۳ و بیشترین آن برای شهرستان رودسر با ۰/۷٤ تن بر اسب‌بخار محاسبه شد. نحوهٔ توزیع ماشین‌های خودگردان با توجه به سطوح زیر کشت در برخی از شهرستان‌ها درست نبوده است. به دلیل پایین بودن تعداد ماشین‌های خودگردان در نواحی شرقی نسبت به تعداد بهره‌برداران، باعث گردیده قدرت تصمیم‌گیری بهره‌برداران در انجام عملیات در زمان مناسب پایین باشد. به دلیل بالا بودن هزینه خرید ماشین‌های خودگردان و کوچک بودن اراضی، متوسط نسبت ماشین خودگردان به بهره‌بردار مناسب نمی‌باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد تعداد ماشین‌های خاک‌ورزی و نشاکار موجود در نواحی شرقی مناسب است و فقط با بهتر کردن مدیریت ماشینی باید سطح اجرای عملیات مکانیزه نشاکاری را افزایش داد. در مورد ماشین‌های برداشت، نیاز به تقویت و ورود ماشین‌های بیشتری برای ارتقای درجهٔ مکانیزاسیون است و در مورد عملیات وجین، با توجه به درجهٔ مکانیزاسیون پایین، نیاز مبرم به برنامه‌ریزی برای ورود ماشین‌های مناسب است.

## قدردانی

این مقاله بخشی از یافته‌های پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب: ۹۹۰٦۹۰-۰٥۳-۰٤-۰٤-۲ در موسسه تحقیقات برنج کشور می‌باشد. نویسندگان مراتب قدردانی خود را بابت حمایت‌های اداری و مالی ابراز می‌نمایند.

**REFERENCES**

Almassi, M. Kiani, S. and Loveimi, N. 2015. Principles of agricultural mechanization. Gofteman Andishieh Maaser Press. Iran. (in Farsi).

Anonymous. 2014. Statistical Yearbook of Gilan Province. (in Farsi).

Anonymous. 2018. The sixth five-year plan for the quantitative and qualitative improvement of the state of agricultural mechanization (agricultural products, horticulture and medicinal plants, livestock and poultry, fisheries and aquatics, forests, pastures and natural resources). Agricultural Mechanization Development Center. (in Farsi).

Anonymous. 2023. Agricultural statistics of crops, Vol. 1. Crop year 2021-22. Statistics and Information Unit of the Ministry of Jihad Agriculture. (In Farsi).

Firouzi, S. 2014. An assessment of rice cultivation mechanization in Northern Iran (Langarud county in Gilan province). *International Journal of Biosci. (IJB)*. 5(3), 110-115.

Firouzi, S. 2015. A survey on the current status of mechanization of paddy cultivation in iran: case of Gilan province. *International Journal of Agricultural Management and Development (IJAMAD)*. 5(2), 117-124.

Gokdogan, O. 2012. Comparison of Indicators of Agricultural Mechanization Level of Turkey and the European Union. *Journal of Adnan Menderes University Agricultural Faculty*. 9(2), 1-4.

Hardani, S., Ghasemi Mobtaker, H., and Khanali, M. 2020. Investigating the Status of Some Mechanization Indicators in Strategic Crops using Fuzzy Logic (Case Study: Ahvaz City). Iranian Journal of Biosystem Engineering. 51 (3), 527-538. (in Farsi with English abstract).

INSO 14923, 2013. Agricultural machinery- Rice reaper- Methods of test. Iranian National Standardization Organization. (in Farsi).

Rasooli Sharabiani, V. and Ranjbar, I. 2008. Determination of the Degree, Level and Capacity Indices for Agricultural Mechanization in Sarab Region. *Journal of Agricultural Sciences and Technology*. 10, 215-223.

Sharifi, A. and Taki, O. 2016. Determination of agricultural mechanization indices for rice cultivation in Iran: A case study of Isfahan province, Iran. *Ecology Environment and Conservation.* 22(3), 41-47.

Vahedi, A., Younesi Alamouti, M. and Sharifi Malvajerdi, A. 2018. Assessment of Current Status and Determination of Rice Mechanization Indices (Case Study in Mazandaran Province). *Journal of Agricultural Mechanization and Systems Research.* 70(19), 25-40. (in Farsi with English abstract).

Yousefi, R. 2012. Agricultural Mechanization. Tehran. Iran. Agricultural Jihad Institute of Applied Scientific Higher Education. (in Farsi).

Yousefi, R. (2001). Determining the number of work days suitable for mechanize spraying operations of wheat crop in Ghazvin (M. Sc. Thesis), Islamic Azad University, Sciense and Research Branch Tehran, Iran. (in Farsi).

**Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 4/No.2/Summer 2024/P: 58-73**

**https://www.sarj.iauk.ac.ir**

# Investigating the Status of Rice Mechanization in the Eastern Regions of Gilan Province

**Roohollah Yousefi[1*], Alireza Allameh[2] and Mohammad Younesi Alamouti[3]**

[1] Assistant professor, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

[2] Research Instructor, Assistant professor, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

[3]Associate Professor, Imam Khomeini Higher Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Corresponding Author's Email: r.yousefi1348@gmail.com

(Received: July. 27, 2024– Accepted: September. 21, 2024)

## ABSTRACT

Knowing and evaluating the indicators of mechanization for the correct selection and optimal use of machines and the timely implementation of agricultural operations are essential. In this research is to determine the current status of rice mechanization in the east of Gilan province and provide the necessary solutions for their improvement.The results of this study show that the degree of mechanization of tillage, planting with transplanter, spraying, weeding and harvesting in the eastern areas of Gilan province is 100%, 70.41%, 37.32%, 3.85% and 91.12% respectively. The level of rice mechanization in these regions is 3.95 horsepower per hectare. Roudsar city has the lowest level of mechanization and Siahkal city has the highest level with 2.75 and 5.14 horsepower per hectare, respectively. The average mechanization capacity of rice in the eastern regions of Gilan province is 646.51 horsepower-hour per hectare. The highest amount of mechanization capacity is related to the Primary tillage (Spring) with a tractor-turned plow and the lowest is related to the harvesting operation with rice self-propelled reaper, respectively, equal to 1323.09 and 30.80 horsepower-hour per hectare has been obtained. The lowest economic efficiency for Siahkal city and the highest for Roudsar city were calculated as 0.43 and 0.74 tons per horsepower, respectively. The results of this study show that the number of tillage machines and transplanters available in the eastern regions is suitable, and only by improving the management of machines, the level of implementation of mechanized transplanting operations should be increased. In the case of harvesting machines, there is a need to strengthen and introduce more machines to improve the degree of mechanization, and in the case of weeding operations, due to the low degree of mechanization, there is an urgent need to plan for the introduction of suitable machines.

**Keywords**: Mechanization degree, Mechanization level, Mechanization capacity, Economic efficiency, Executive power